
PENERAPAN METODE HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT (HOG) PADA OBJECT COUNTING BERBASIS RASBERRY PI

Eko Nopyanto¹, Hikma Taufik², Dedy Hermanto³ Eka Puji Widiyanto⁴

^{1,2}STMIK GI MDP; Jl. Rajawali No.14, +62(711) 376400 / 376360

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, STMIK GI MDP Palembang

^{3,4}Program Studi Teknik Komputer, AMIK GI MDP

e-mail: [¹eko.nopyanto@mhs.mdp.ac.id](mailto:eko.nopyanto@mhs.mdp.ac.id), [²hikma.taufik@mhs.mdp.ac.id](mailto:hikma.taufik@mhs.mdp.ac.id), [³dedy@mdp.ac.id](mailto:dedy@mdp.ac.id),
[⁴ekapujiw2002@mdp.ac.id](mailto:ekapujiw2002@mdp.ac.id)

Abstrak

Penggunaan sensor sebagai alat deteksi objek melintas memiliki keterbatasan dimana objek terdeteksi tidak dapat terlihat pergerakannya. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut dibutuhkan teknologi citra digital yang dapat mendeteksi objek melintas serta melakukan perhitungan dari objek melintas tersebut yakni object counting. Perangkat object counting menggunakan metode Histogram of Oriented Gradient (HOG) berbasis Raspberry Pi. Metodologi yang diterapkan dalam penelitian adalah metodologi iterasi. Pi camera melakukan perekaman data berupa file Video dengan format file Avi dengan ukuran 240 x 320 pixel. Selanjutnya data dikirim ke Raspberry Pi untuk dilakukan Counting menggunakan metode HOG detection. Hasilnya, data disimpan di database. Untuk mengakses data, jalankan aplikasi webserver kemudian aplikasi webserver menampilkan semua database yang ada. Dari hasil penerapan dan pengujian metode Histogram of Oriented Gradient (HOG) dapat diterapkan pada perangkat object counting berbasis Raspberry Pi pada intensitas cahaya 71 lux, posisi berlawanan arah dan jarak 5 cm dengan jumlah objek melintas 2.

Kata kunci— PID, Citra Digital, Object Counting, HOG

Abstract

The use of sensors as the object passed detection tools have limitations where detection of the object movement cannot be visible. To overcome these limitations required the technology of digital imaging that can detect passing objects and perform calculations of the object passed the object counting. Device of the object counting using method Histogram of Oriented Gradient (HOG) based on Raspberry Pi. The methodology applied in the study is the iteration methodology. Pi camera recording data such as video files with Avi file format with a size of 240 x 320 pixels. Furthermore, the data is sent to the Raspberry Pi to do HOG detection counting method. As a result, the data stored in the database. To access the data, run a webserver application then it displays all of data in database. From the results of the implementation and testing methods Histogram of Oriented Gradient (HOG) can be applied to devices based Raspberry Pi object counting at 71 lux light intensity, position the opposite direction and distance of 5 cm with two objects that passed.

Keywords— Digital Image, Object Counting, HOG

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menjadi salah satu patokan untuk mengukur maju atau masih berkembangnya suatu negara. Banyak faktor yang mempengaruhi hal tersebut, salah satunya adanya hubungan dimana kualitas dari sumber daya manusia yang ada di suatu negara ditentukan dengan seberapa canggih teknologi yang digunakan di negara tersebut.

Hal ini menunjukkan pentingnya mengembangkan teknologi dalam menghadapi persaingan ketat. Banyak sekali teknologi yang diciptakan oleh manusia salah satunya teknologi citra digital [1]. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai *real* maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Proses deteksi pada pengolahan citra merupakan kajian yang menarik dan banyak dikembangkan oleh para peneliti.

Kemudian di dalam bidang ilmu-ilmu yang membahas deteksi pada gambar seperti [3], *computer vision* adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari proses menyusun deskripsi tentang objek yang terkandung pada suatu gambar atau mengenali objek yang ada pada gambar, komputer vision berusaha menerjemahkan citra menjadi deskripsi atau suatu informasi yang mempresentasikan citra tersebut.

Sebelumnya, penggunaan sensor sebagai alat deteksi objek melintas memiliki keterbatasan dimana objek terdeteksi tidak dapat terlihat pergerakannya. Oleh karena itu untuk mengatasi keterbatasan tersebut digunakan teknologi citra digital yang dapat mendeteksi objek melintas dan pergerakan dari objek tersebut yakni *object counting*.

Kemudian terdapat banyak sekali metode-metode yang terdapat pada citra salah satunya, HOG adalah ekstraksi fitur yang digunakan pada komputer visi dan pengolahan citra dengan cara menghitung nilai gradien pada suatu citra untuk mendapatkan hasil yang akan digunakan untuk mendeteksi objek [2].

Pada penelitian ini menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) berbasis Raspberry Pi. Proses ini bertujuan untuk menghitung jumlah objek bergerak yang berada di dalam kamera secara *real time*. Dengan digunakannya HOG bertujuan untuk mengoptimalkan kerja kamera pada proses menghitung objek-objek yang bergerak.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penerapan metode ekstraksi fitur dan pengembangan alat ini adalah metode iteratif yang terdiri dari beberapa tahapan. Model iteratif mengombinasikan proses-proses pada model air terjun (*waterfall*) dan iterasi pada model prototype [4].

2.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini pengembang melakukan identifikasi yang diperlukan untuk metode dan perangkat yang akan digunakan. Kemudian perangkat yang dibutuhkan adalah Raspberry Pi, Pi camera dan Pc. Pemilihan bahasa pemrograman menggunakan bahasa C++ dan Arch Linux sebagai sistem operasi.

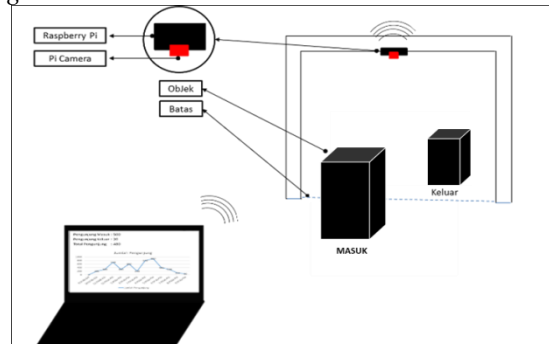
Selanjutnya, sebelum melakukan proses *counting* dibutuhkan metode untuk dapat mendeteksi objek. Pengembang menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradient* (HOG) sebagai metode ekstraksi fitur dan metode pendukung untuk klasifikasi digunakan metode SVM.

2.2 Studi Literatur

Tahap ini berisi mengenai referensi yang digunakan dengan membaca buku, jurnal, dan referensi internet untuk memperoleh pengertian dan pengetahuan mengenai penerapan metode ekstraksi HOG pada *object counting*.

2.3 Perancangan

Pada tahap ini menjelaskan hal-hal yang akan dilakukan dalam merancang sistem perangkat *object counting*

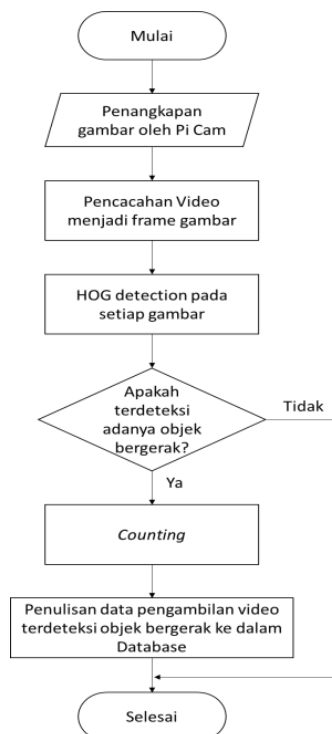


Gambar 1. Rancangan Perangkat
Object Counting

Sistem kerja rancangan perangkat pada Gambar 1 dapat dijelaskan Pi *camera* yang terhubung langsung dengan Raspberry Pi melakukan pendeteksian data objek yang melintas. Kemudian data dikirim ke dalam Raspberry Pi. Selanjutnya Raspberry Pi melakukan proses pendeteksian dan perhitungan. Setelah itu hasil data yang di hitung disimpan ke dalam database. Kemudian hasil data yang ada di database akan di tampilkan pada laptop dengan menggunakan via *access point*.

2.4 Implementasi

Pada tahap ini pengembang melakukan pemograman dengan menggunakan *library* OpenCV dan bahasa pemrograman C++ ke dalam sistem yang sudah dirancang sebelumnya. Adapun alur sistem dari *object counting* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Sistem
Object Counting

Input berupa *video real time* yang ditangkap oleh *Pi camera* dengan format *file* *Avi* kemudian data akan di cacah menjadi *frame-frame* gambar yang diproses oleh *HOG detection*, sehingga diputuskan hasil apakah ada objek bergerak atau tidak. Jika terdapat objek bergerak maka akan dihitung jika tidak maka proses akan selesai.

2.5 Pengujian

Tahap pengujian yang dilakukan di dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Pengujian Waktu Respon Pengecekan.
2. Pengujian Intensitas Cahaya.
3. Pengujian Posisi dan Jarak Antar Objek.

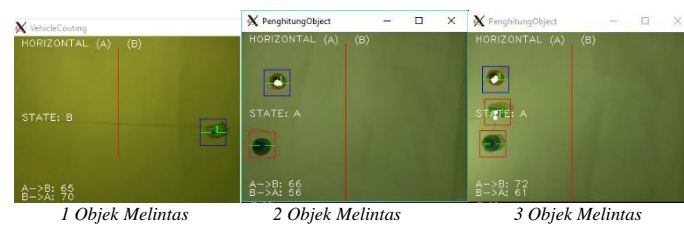
2.5 Dokumentasi

Pada tahapan ini pengembang membuat isi laporan tentang apa yang diteliti, bagaimana proses perancangan, penerapan pengkodean program, pengujian dan hasil pengujian yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Respon Pengecekan

Proses pengujian ini bertujuan mengetahui waktu respon yang dihasilkan dari proses *capture* sampai dengan adanya objek terdeteksi berdasarkan jumlah objek melintas.



Gambar 3. Tampilan Proses Pengujian Waktu Respon Pengecekan Menggunakan *Stopwatch*

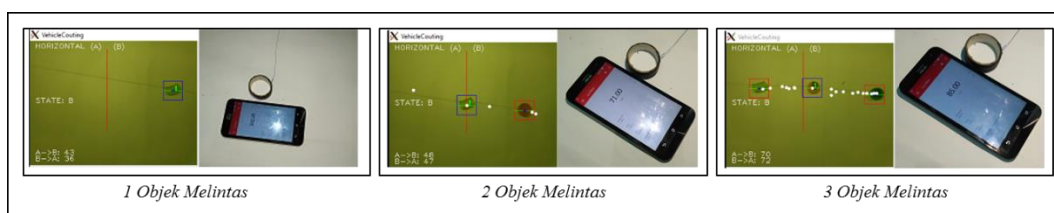
Tabel 1. Hasil Pengujian Waktu Respon dengan Objek Melintas 1

Objek Melintas	Pengujian	Waktu Respon (detik)
1	I	02,82
	II	03,17
	III	02,65
	IV	02,90
	V	03,10
	VI	03,20
	VII	03,25
	VIII	03,22
	IX	02,96
	X	02,95
Waktu Respon Rata - Rata		3,022
Standar Deviasi		0,198315
2	I	02,85
	II	03,18
	III	03,66
	IV	03,81
	V	03,96
	VI	03,48
	VII	03,20

	VIII	03,53
	IX	04,12
	X	03,97
Waktu Respon Rata - Rata		3,576
Standar Deviasi		0,407845
3	I	03,65
	II	03,95
	III	03,42
	IV	04,12
	V	04,27
	VI	03,93
	VII	04,36
	VIII	03,29
	IX	03,87
	X	04,46
Waktu Respon Rata - Rata		3,932
Standar Deviasi		0,390094

3.2 Pengujian Berdasarkan Intensitas Cahaya

Pengujian berdasarkan intensitas cahaya bertujuan untuk mengetahui hasil deteksi objek melintas berdasarkan intensitas cahaya dengan 3 kategori lux yakni 71 lux, 85 lux dan 162 lux, sehingga diketahui rentan cahaya yang dapat digunakan untuk mendeteksi objek melintas dengan baik.



Gambar 4. Tampilan Proses Pengujian Berdasarkan Intensitas Cahaya Menggunakan LUX Meter

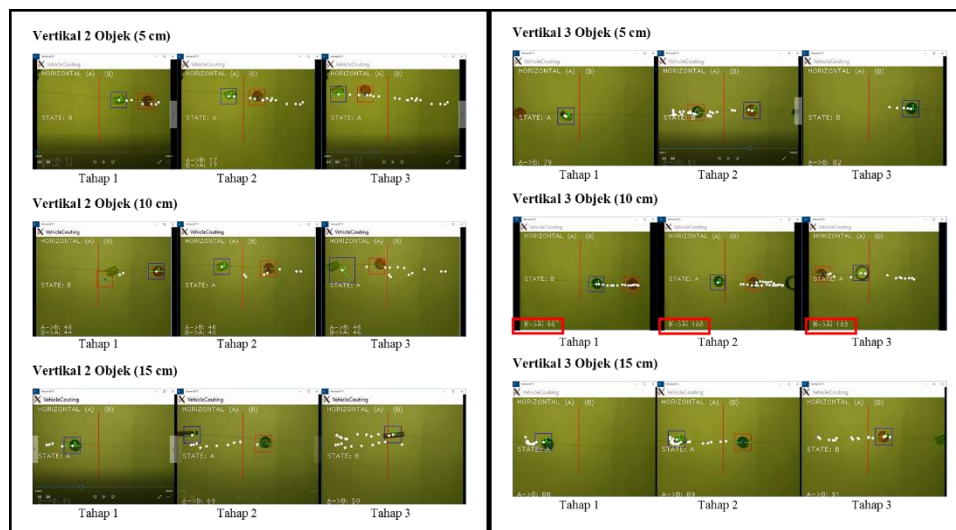
Tabel 2. Hasil Pengujian Berdasarkan Intensitas Cahaya

Objek Melintas	Intensitas Cahaya (LUX)	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih	Objek Melintas	Intensitas Cahaya (LUX)	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih	Objek Melintas	Intensitas Cahaya (LUX)	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih	
1	71	I	1	0	2	71	I	1	1	3	71	I	2	1	
		II	1	0			II	1	1			II	1	2	
		III	0	1			III	2	0			III	3	0	
		IV	1	0			IV	2	0			IV	2	1	
		V	1	0			V	1	1			V	1	2	
		VI	1	0			VI	2	0			VI	3	0	
		VII	0	1			VII	1	1			VII	3	0	
		VIII	1	0			VIII	1	1			VIII	1	2	
		IX	1	0			IX	2	0			IX	2	1	
		X	1	0			X	1	1			X	3	0	
	Selisih Rata-Rata				0,2	Selisih Rata-Rata				0,6	Selisih Rata-Rata				0,9
	Standar Deviasi				0,421637	Standar Deviasi				0,516398	Standar Deviasi				0,875595
	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				80%	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				70%	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				70%
	85	85	I	1	0	85	85	I	2	0	85	85	I	3	0
			II	1	0			II	2	0			II	3	0
			III	1	0			III	2	0			III	1	2
			IV	1	0			IV	2	0			IV	3	0
			V	1	0			V	2	0			V	3	0
			VI	1	0			VI	1	1			VI	3	0
			VII	1	0			VII	2	0			VII	3	0
VIII			1	0	VIII			2	0	VIII			3	0	
IX			1	0	IX			2	0	IX			2	1	
X			1	0	X			2	0	X			3	0	
Selisih Rata-Rata				0	Selisih Rata-Rata				0,1	Selisih Rata-Rata				0,3	
Standar Deviasi				0	Standar Deviasi				0,316288	Standar Deviasi				0,674949	
Persentase Rata-Rata Keberhasilan				100%	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				95%	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				90%	
162	162	I	1	0	162	162	I	1	1	162	162	I	2	1	
		II	1	0			II	2	0			II	3	0	
		III	0	1			III	2	0			III	3	0	
		IV	0	1			IV	2	0			IV	2	1	
		V	1	0			V	1	1			V	2	1	
		VI	1	0			VI	2	0			VI	3	0	
		VII	0	1			VII	2	0			VII	3	0	
		VIII	1	0			VIII	1	1			VIII	1	2	
		IX	1	0			IX	2	0			IX	3	0	
		X	0	1			X	2	0			X	3	0	
Selisih Rata-Rata				0,4	Selisih Rata-Rata				0,3	Selisih Rata-Rata				0,5	
Standar Deviasi				0,516398	Standar Deviasi				0,483046	Standar Deviasi				0,707107	
Persentase Rata-Rata Keberhasilan				60%	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				85%	Persentase Rata-Rata Keberhasilan				83%	

Dari Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pada 2 objek melintas dengan intensitas cahaya 85 lux dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0,1 dan standar deviasi 0,316288 serta persentase keberhasilan 95% sedangkan pada 3 objek melintas dengan intensitas cahaya 85 lux dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0,3 dan standar deviasi 0,674949 serta persentase keberhasilan 90%

3.3 Pengujian Berdasarkan Posisi dan Jarak Antar Objek

Pengujian berdasarkan posisi dan jarak antar objek bertujuan untuk mengetahui hasil deteksi objek melintas berdasarkan tiga kategori posisi yakni sejajar vertikal, sejajar horizontal dan berlawanan arah serta tiga kategori jarak yakni 5 cm, 10 cm dan 15 cm, sehingga diketahui posisi dan jarak antar objek yang dapat digunakan untuk mendeteksi objek melintas dengan baik.



Gambar 5. Tampilan Proses Pengujian dengan Posisi Sejajar Vertikal Berdasarkan Jarak Antar Objek

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Posisi Sejajar Vertikal Berdasarkan Jarak Antar Objek

Objek Melintas	Jarak antar objek	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih	Objek Melintas	Jarak antar objek	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih
2	5 cm	I	1	1	3	5 cm	I	1	2
		II	1	1			II	3	0
		III	1	1			III	1	1
		IV	2	0			IV	3	0
		V	1	1			V	3	0
		VI	1	1			VI	2	1
		VII	1	1			VII	4	1
		VIII	1	1			VIII	4	1
		IX	1	1			IX	3	0
		X	1	1			X	1	2
		Selisih Rata-Rata		0,9			Selisih Rata-Rata		0,8
		Standar Deviasi		0,31623			Standar Deviasi		0,78881
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		55%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		53%
	10 cm	I	2	0		10 cm	I	2	1
		II	1	1			II	1	2
		III	3	1			III	3	0
		IV	1	1			IV	3	0
		V	2	0			V	2	1
		VI	2	0			VI	2	1
		VII	1	1			VII	1	2
		VIII	2	0			VIII	3	0
		IX	1	1			IX	2	1
		X	1	1			X	3	0
		Selisih Rata-Rata		0,6			Selisih Rata-Rata		0,7
		Standar Deviasi		0,5164			Standar Deviasi		0,67495
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		80%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		73%
	15 cm	I	2	0		15 cm	I	3	0
		II	2	0			II	3	0
		III	2	0			III	2	1
		IV	2	0			IV	3	0
		V	2	0			V	2	1
		VI	2	0			VI	2	1
		VII	2	0			VII	3	0
		VIII	2	0			VIII	3	0
		IX	2	0			IX	2	1
		X	2	0			X	3	0
		Selisih Rata-Rata		0			Selisih Rata-Rata		0,4
		Standar Deviasi		0			Standar Deviasi		0,5164
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		100%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		88%

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa pada objek melintas 2 dengan posisi sejajar vertikal jarak 15cm dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0 dan standar deviasi 0 serta persentase keberhasilan 100% sedangkan pada objek melintas 3 dengan posisi sejajar vertikal jarak 15cm dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0.4 dan standar deviasi 0.5164 serta persentase keberhasilan 86%.

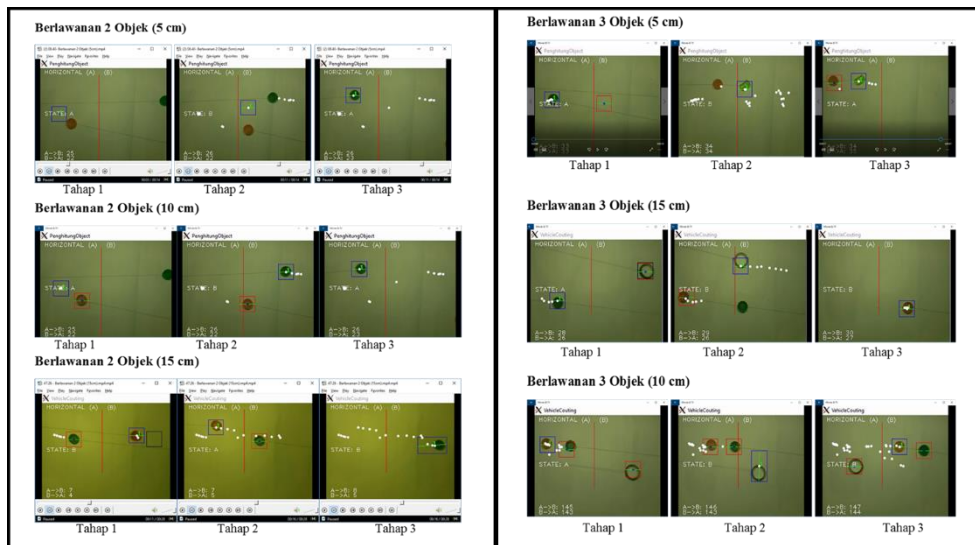


Gambar 6. Tampilan Proses Pengujian dengan Posisi Horizontal Berdasarkan Jarak Antar Objek

Tabel 4. Hasil Pengujian dengan Posisi Horizontal Berdasarkan Jarak Antar Objek

Objek Melintas	Jarak antar objek	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih	Objek Melintas	Jarak antar objek	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih
2	5 cm	I	1	1	3	5 cm	I	1	2
		II	1	1			II	1	2
		III	1	1			III	1	2
		IV	1	1			IV	3	0
		V	1	1			V	2	1
		VI	1	1			VI	1	2
		VII	1	1			VII	3	0
		VIII	1	1			VIII	1	2
		IX	1	1			IX	1	2
		X	1	1			X	2	1
		Selisih Rata-Rata		1			Selisih Rata-Rata		1,4
		Standar Deviasi		0			Standar Deviasi		0,843274
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		50%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		53%
	10 cm	I	2	0		10 cm	I	1	2
		II	1	1			II	1	2
		III	1	1			III	1	2
		IV	2	0			IV	2	1
		V	1	1			V	1	2
		VI	1	1			VI	1	2
		VII	1	1			VII	1	2
		VIII	0	2			VIII	1	2
		IX	1	1			IX	1	2
		X	1	1			X	1	2
		Selisih Rata-Rata		0,9			Selisih Rata-Rata		1,9
		Standar Deviasi		0,567646			Standar Deviasi		0,316228
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		53%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		36%
	15 cm	I	1	1		15 cm	I	1	2
		II	2	0			II	1	2
		III	2	0			III	1	2
		IV	1	1			IV	1	2
		V	1	1			V	1	2
		VI	1	1			VI	2	1
		VII	1	1			VII	1	2
		VIII	1	1			VIII	1	2
		IX	1	1			IX	1	2
		X	1	1			X	1	2
		Selisih Rata-Rata		0,7			Selisih Rata-Rata		1,9
		Standar Deviasi		0,483046			Standar Deviasi		0,316228
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		65%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		36%

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa pada objek melintas 2 dengan posisi sejajar horizontal jarak 15 cm dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0,7 dan standar deviasi 0,483046 serta persentase keberhasilan 65% sedangkan pada objek melintas 3 dengan posisi sejajar vertikal jarak 15cm dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 1.4 dan standar deviasi 0.843274 serta persentase keberhasilan 54%.



Gambar 7. Tampilan Proses Pengujian dengan Posisi Horizontal Berdasarkan Jarak Antar Objek

Tabel 5. Hasil Pengujian dengan Posisi Berlawanan Arah Berdasarkan Jarak Antar Objek

Objek Melintas	Jarak antar objek	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih	Objek Melintas	Jarak antar objek	Pengujian	Hasil objek terdeteksi	Selisih
2	5 cm	I	2	0	3	5 cm	I	2	1
		II	2	0			II	2	1
		III	2	0			III	2	1
		IV	1	1			IV	4	1
		V	2	0			V	1	2
		VI	2	0			VI	2	1
		VII	2	0			VII	3	0
		VIII	2	0			VIII	2	1
		IX	2	0			IX	2	1
		X	2	0			X	3	0
		Selisih Rata-Rata		0,1			Selisih Rata-Rata		0,9
		Standar Deviasi		0,31623			Standar Deviasi		0,567646
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		95%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		76%
	10 cm	I	3	1		10 cm	I	3	0
		II	2	0			II	1	2
		III	1	1			III	2	1
		IV	2	0			IV	3	0
		V	1	1			V	3	0
		VI	3	1			VI	1	2
		VII	1	1			VII	1	2
		VIII	1	1			VIII	2	1
		IX	1	1			IX	3	0
		X	1	1			X	2	1
		Selisih Rata-Rata		0,8			Selisih Rata-Rata		0,9
		Standar Deviasi		0,421637			Standar Deviasi		0,875595
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		80%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		70%
	15 cm	I	2	0		15 cm	I	3	0
		II	2	0			II	4	2
		III	1	1			III	2	1
		IV	1	1			IV	3	0
		V	1	1			V	3	0
		VI	2	0			VI	2	1
		VII	2	0			VII	1	2
		VIII	2	0			VIII	2	1
		IX	1	1			IX	3	0
		X	2	0			X	2	1
		Selisih Rata-Rata		0,4			Selisih Rata-Rata		0,8
		Standar Deviasi		0,516398			Standar Deviasi		0,788811
		Persentase Rata-Rata Keberhasilan		70%			Persentase Rata-Rata Keberhasilan		83%

Dari Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa pada objek melintas 2 dengan posisi berlawanan arah jarak 5 cm dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0,1 dan standar deviasi 0,316228 serta persentase keberhasilan 95% sedangkan pada objek melintas 3 dengan posisi sejajar vertikal jarak 15cm dapat mendeteksi dengan baik dengan selisih rata-rata 0,8 dan standar deviasi 0.788811 serta persentase keberhasilan 83%.

4. KESIMPULAN

1. Rata-rata waktu respon objek melintas dengan 10 kali pengujian, di dapat selisih rata-rata waktu respon objek melintas dengan 1 objek sebesar 3,022 detik dengan standar deviasi 0,198315, selisih rata-rata waktu respon objek melintas dengan 2 objek sebesar 3,576 detik dengan standar deviasi 0,407845 dan selisih rata-rata waktu respon objek melintas dengan 3 objek sebesar 3,932 detik dengan standar deviasi 0,390094. Maka, semakin banyak objek melintas yang dideteksi semakin lambat waktu respon perangkat *object counting*.
2. Perangkat *object counting* berbasis Raspberry Pi dapat bekerja dengan baik pada intensitas cahaya 71 lux, posisi berlawanan arah dan jarak 5cm dengan jumlah objek melintas 2.

5. SARAN

1. Menggunakan metode ekstraksi fitur lain untuk mendeteksi objek melintas.
2. Perangkat ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambah pengujian berdasarkan ketinggian dan kecepatan pergerakan objek.
3. Menambah fitur perhitungan pengurangan objek (*counting down*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Darma Putra. 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [2]Brehar, R 2013, *Histograms of Oriented Gradients*, <http://www.users.utcluj.ro>, diakses 5 September 2016.
- [3]Sutoyo, T 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [4] M.Shalahuddin, Rosa A. 2011, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*, Modula, Bandung.
-